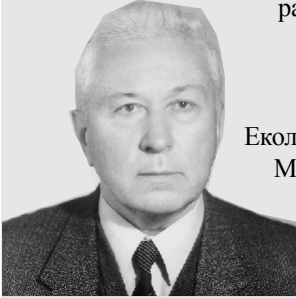


Томілін Юрій Андрійович, 1936р. народження, доцент Миколаївської філії НаУКМА. Кандидат біологічних наук. Наукові інтереси пов'язані з радіоекологією водних систем, автоматизованих систем радіоекологічного контролю району розташування АЕС. Директор Миколаївської науково-дослідної лабораторії з проблем радіаційної безпеки населення "Ларані". Автор більш 100 наукових робіт. Член-кореспондент Української Екологічної академії наук, голова Миколаївського регіонального відділення УЕАН, член міжнародного союзу радіоекологів (IUR).



УДК 615.849 – 614.7 : 613

Томілін Ю.А., Григор'єва Л.І.

Порівняння накопичення радіонуклідів сільгоспрослинами в умовах різних зрошувальних систем

Вступ.

У головні зрошувальні системи Миколаївської області (Інгулецька, Південнобузька та Білоусівська) вода надходить з Дніпра, Південного Бугу, Інгульця. Тому будь-які екологічні зміни у цих річках будуть впливати на хімічний та радіонуклідний склад поливної води, якою зрошуються угіддя господарств області.

Опубліковані у останні роки матеріали радіоекологічних досліджень у водних системах Дніпра, П.Бугу [1-3] показують, що радіонукліди, які випали внаслідок Чорнобильської аварії на територіях водозбору цих річок, поступово переходять у річні системи та, мігруючи у водних компонентах, переміщуються вниз по течії у регіони інтенсивного поливного землеробства. Так, головна водна артерія України – р.Дніпро – опинилася у зоні максимального впливу аварії, а зміни радіонуклідного складу, зокрема стронцію-90, які під впливом різних факторів відбуваються у Дніпрі, безпосередньо впливають на вміст цього радіонукліду у воді зрошувальних систем.

У зв'язку із забрудненням Чорнобильським викидом північних територій Миколаївської області та територій

інших областей, по яких тече р.П.Буг, на радіаційний стан Південно-Бузької водної системи має також вплив радіаційна обстановка у цих регіонах.

Одним з факторів формування радіаційного навантаження на водну систему П.Бугу та його притоків є вплив радіонуклідів, які надходять з рідкими скидами Південно-Української АЕС.

Методика дослідження.

Опрацювання проб, радіохімічний та гамма-спектрометричний аналізи здійснювалися за затвердженими методиками [6]. Радіометрія стронцію-90 виконувалась на низькофонової установці УМФ-1500, тритію – на рідинно-сцинтиляційній установці Бета-2, гамма-спектро-метрія цезію-137 – на гамма-спектрометрі АМА-03Ф з напівпровідниковим детектором ДГДК-125В.

Результати та їх обговорення.

Через Інгулецьку зрошувальну систему зрошуються угіддя загальною площею 62,7 тис. га. На формування якісного складу води, яка надходить у Інгулецьку зрошувальну систему, чималий вплив має стан забруднених вод Криворізького залізрудного басейну. Загальна кількість мінеральних речовин (сухий залишок) у воді Інгулецької зрошувальної системи у 6 разів вища, ніж у воді р.Дніпро, а концентрація кальцію та магнію – у 3 рази, вміст хлоридів – у 7 разів, сульфатів – у 6 разів.

Водну систему, з якої поповнюють свої водні ресурси Південно-Бузька та Білоусівська зрошувальні системи, складають водоймище-охолоджувач місткістю 32,9 млн. м³, р.П.Буг площею басейну 68800 км² з притоками р.Інгул, Мертвовод, Арбузинка і Бузький лиман. Південно-Бузька зрошувальна система зрошує площу 13146 га. Білоусівська бере початок з Таборівського водосховища, загальна площа зрошення – 7727 га.

Григор'єва Людмила Іванівна, 1965р. народження, старший науковий співробітник Миколаївської науково-дослідної лабораторії з проблем радіаційної безпеки населення "Ларані". Наукові інтереси пов'язані з радіоекологією зрошувального землеробства, моделюванням процесів перерозподілу радіонуклідів у об'єктах зовнішнього середовища, чим займається понад 8 років. Працює над кандидатською дисертацією "Комплексна радіоекологічна оцінка зрошувальних систем". Має до 10 публікацій у наукових журналах, докладів на наукових конференціях та симпозіумах.

Вода р.П.Буг, як і більшості прісних водоймищ області, має нейтральну або слаболужну реакцію. Характерною особливістю води цієї водної системи є зміна соляного режиму у нижній течії р.П.Буг у разі перемішування річних та лиманних вод. Зміна хімічного складу води поряд з повільною течією у пониззі сприяє виникненню осадових форм радіонуклідів та концентрації їх у донних відкладеннях.

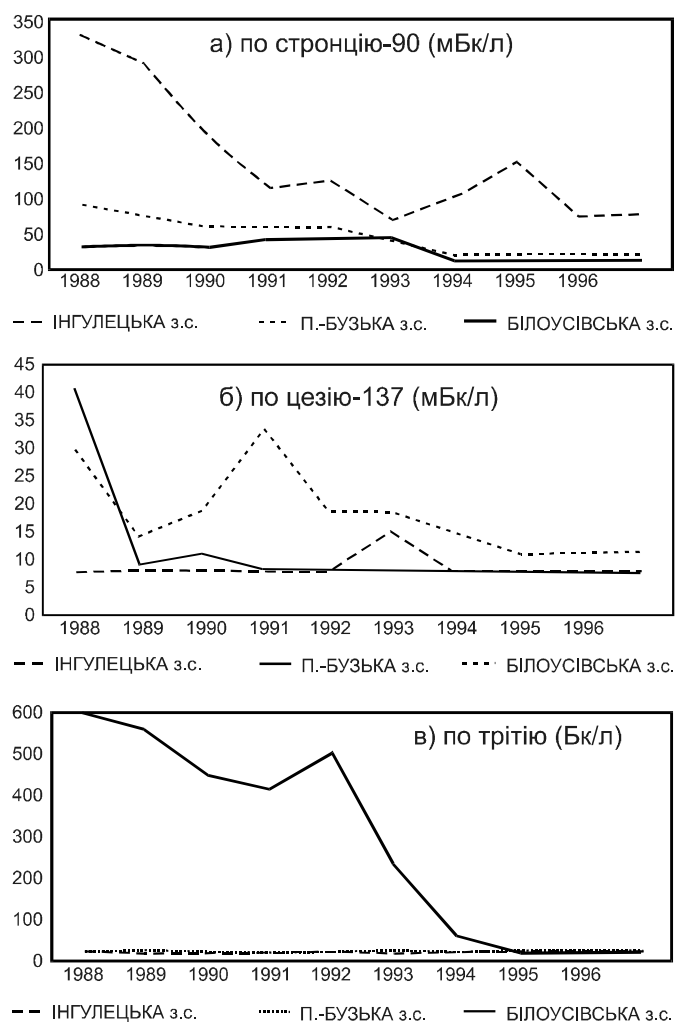
За хімічним складом вода Білоусівської зрошувальної системи відноситься до гідрокарбонатного класу кальцію II типу. Границі коливань мінералізації води 168-867 мг/л, середня її величина – 484 мг/л.

На малюнку 1 зображено динаміку зміни вмісту радіонуклідів у воді кожної зрошувальної системи на протязі 1988-1996 рр.

Забруднення дніпровської води стронцієм-90 чорнобильського походження позначилося на підвищенні його концентрації у воді Інгулецької зрошувальної системи: протягом 1987-90 рр. амплітуда коливань концентрації стронцію-90 у поливній воді була у межах 80-400 мБк/л (до Чорнобильської аварії концентрація стронцію-90 у воді реєструвалася на рівні 4-7 мБк/л), а з 1991 року стала поступово зменшуватися, але й досі залишається у 4-6 разів вищою за доаварійні показники (мал. 1-а). Треба відмітити, що для цього зменшення характерна відсутність повільності, і навпаки, на протязі цього часу концентрація стронцію-90 у зрошувальній воді була підвладна почерговій зміні сплесків та спадів. Причому коливання вмісту стронцію-90 у воді Інгулецької зрошувальної системи звичайно збігалися з періодами тривалих опадів або танення снігу, які супроводжують інтенсивне перенесення стронцію-90 з верхньої течії Дніпра до низу. Максимальне значення реєструвалося навесні (березень-квітень) та восени (жовтень-листопад), а влітку рівень концентрації стронцію-90 у поливній воді відзначався меншим значенням та більшою стабільністю показників.

Концентрація цезію-137 та тритію у воді Інгулецької зрошувальної системи на протязі усього періоду з 1988 по 1996рр. практично мала стабільний рівень та не перевищувала 8 мБк/л та 10 Бк/л відповідно.

У Південно-Бузькій та Білоусівській зрошувальних системах радіонуклідний склад води зовсім інший (мал. 1). Досягнувши у 1988 р. максимального значення 80 мБк/л, концентрація стронцію-90 у поливній воді поступово зменшувалася і у 1996 р. не перебільшувала



Мал. 1. Порівняння концентрацій радіонуклідів у поливній воді трьох зрошувальних систем у багаторічній динаміці.

20 мБк/л.

Наслідки Чорнобильського викиду вплинули на різке підвищення у 1988 р. концентрації цезію-137 (до 40-60 мБк/л) у воді р.П.Буг, що відчулося і на поливній воді обох зрошувальних систем (мал. 1-б). У наступні роки вміст цезію-137 у воді Південно-Бузької зрошувальної системи час від часу позначався деякими сплесками (до 60-80 мБк/л). Це можна пояснити змивами цезію-137 із забруднених північних територій. Так, навесні 1996 р., під час інтенсивного танення снігу і весняного паводку, концентрація цезію-137 у річці у районі м.Первомайська піднялася до 100 мБк/л. Причому поява цезію-137 у збільшених концентраціях у воді сприяла утриманню радіонукліду у донних відкладеннях річки. Характерне забруднення цезієм-137 води та донних відкладень створилося у руслі р.Арбузинки, як наслідок

багаторічного (1982-93рр.) скиду забруднених каналізаційних вод ПУ АЕС до р.Арбузинки, яка пов'язана з Білоусівською зрошувальною системою. На цій ділянці відбулося інтенсивне (до 80%) накопичення цезію-137 мулом, причому депонований у мулі цезій-137 постійно вимивається та переміщується униз по течії ріки [4]. Відображена на малюнку 1-б динаміка вмісту цезію-137 у воді Білоусівської зрошувальної системи свідчить, що до припинення надходження до р.Арбузинки великих обсягів каналізаційних вод ПУ АЕС концентрація цезію-137 у зрошувальній воді не знижувалася нижче 20 мБк/л.

Тривалий скид каналізаційних вод ПУ АЕС у р.Арбузинку мав істотний вплив на вміст тритію у зрошувальній воді. Концентрація цього радіонукліду у 1988 році досягала 400-600 Бк/л (мал. 1-в). Концентрація тритію у воді Білоусівської зрошувальної системи залишалася завищеною у 5-10 разів понад природний рівень на протязі усіх років до припинення у 1993 р. скиду забруднених вод ХФК ПУ АЕС.

Аналіз даних забруднення радіонуклідами ґрунту поливних угідь трьох зрошувальних систем показав, що у період надходження на угіддя поливної води завищеної активності відбулося накопичення радіонуклідів у ґрунті пропорційно до їх концентрації у зрошувальній воді, а зміни у радіонуклідному складі ґрунту поливних угідь, які відбуваються останнім часом, також мають особливості для кожної зрошувальної системи.

Концентрація стронцію-90 в орному шарі ґрунту зрошуваних угідь Інгулецької системи у 1990 р. (до 10Бк/кг) і зараз (біля 4 Бк/кг) залишається майже вдвічі вищою за аналогічні показники ґрунту угідь Південно-Бузької та Білоусівської зрошувальних систем. Якщо основна частина (до 60%) стронцію-90 у ґрунті поливних угідь усіх зрошувальних систем у 1990 р. зосереджувалася у верхньому орному шарі, то у 1996 р. ситуація змінилася. Забруднення стронцієм-90 ґрунту поливних угідь Південно-Бузької та Білоусівської зрошувальних систем мало відрізнялося за глибиною ґрунту, не перевищуючи 2-2,5 Бк/кг, а на полях Інгулецької зрошувальної системи відбулося накопичення стронцію-90, крім верхнього (10-30 см) шару, у горизонті нижче орного (50-60 см).

Більш високі рівні концентрації цезію-137 у ґрунті, навпаки, характерні для полів Південно-Бузької зрошувальної системи, де у 1992 р. максимальні значення концентрації радіонукліду досягали 30-34Бк/кг і реєструвалися на глибині 10-20см. У ґрунті полів Інгулецької зрошувальної системи вміст цезію-137 не перебільшував 15 Бк/кг. З часом забруднення цезієм-137 ґрунту полів Південнобузької зрошувальної системи, у порівнянні з Інгулецькою, залишилося у 1,5-2,0 рази вищим, рівень концентрації у верхньому (0-10см) шарі

майже не змінився, максимальні у 1992 р. концентрації у шарі 10-20 см зменшилися до рівня верхнього шару, а далі по глибині майже залишилися на рівні 1992 р. Вміст цезію-137 у ґрунті полів Білоусівської зрошувальної системи та зміни його вмісту з часом схожі з процесами, характерними для Південно-Бузької зрошувальної системи.

Аналізуючи дані вмісту стронцію-90 та цезію-137 у сільгоспрослинах, вирощених на поливних угіддях цих зрошувальних систем, маємо, що гостріше за все, за нашими спостереженнями, реагує на зміну радіаційного складу води зелена маса зернових та кормових культур, овочі. Вміст тритію у сільгоспрослинах, вирощених на угіддях Білоусівської зрошувальної системи під час постійного надходження на зрошування води, забрудненої тритієм, був у 3-4 рази вищим, ніж у сільгоспрослинах, вирощених на землях інших зрошувальних систем.

На основі існуючої прогнозовної моделі переносу радіонуклідів у сільгоспрослини [5]:

$Y = F(k_1, k_2) = \Pi_1 \cdot k_1 + \Pi_2 \cdot k_2$, (де: Y – концентрація радіонукліду у сільгоспрослині (Бк/кг), Π_1 – надходження радіонукліду із поливної води (Бк/л*л/кв.м=Бк/кв.м), Π_2 – щільність забруднення ґрунту (Бк/кв.м), k_1 – коефіцієнт переходу радіонукліду із поливної води (Бк/кг/(Бк/кв.м), k_2 – коефіцієнт переходу радіонукліду із ґрунту (Бк/кг/(Бк/кв.м),

та використовуючи дані багаторічних радіоекологічних досліджень сільгоспрослин цих зрошувальних систем області, радіонуклідного стану поливної води та вмісту радіонуклідів у ґрунті зрошувальних угідь, розраховані коефіцієнти переходу стронцію-90 та цезію-137 у сільгоспрослини із поливної води та із ґрунту (табл. 1).

Різниця у 2-3 рази між величинами отриманих коефіцієнтів переходу окремого радіонукліду для цих зрошувальних систем свідчить, що на сьогодні для кожної зрошувальної системи сформувалася радіаційна обстановка з характерними для неї особливостями, тобто існує потреба виконання радіоекологічних досліджень по кожній зрошувальній системі.

Висновки.

Кожна з розглянутих зрошувальних систем Миколаївської області має свої сформовані за багато років особливості хімічного та радіонуклідного складу поливної води.

Коефіцієнти переходу радіонуклідів у сільгоспрослини з поливної води Інгулецької, Південнобузької та Білоусівської зрошувальних систем мають різницю до 2-3 разів.

Література.

Таблиця 1. Коефіцієнти переходу радіонуклідів у сільгоспроблини з поливної води та з ґрунту для зрошувальних систем Миколаївської області

№	Назва с/г продукту	Радіонуклід	Інгулецька з.с.		Південнобузька з.с.		Білоусівська з.с.	
			k1 (E-3)	k2	k1 (E-3)	k2	k1 (E-3)	k2
1	Озима пшениця (стеблі)	Sr-90	1,20	0,001	0,70	0,006	0,65	0,004
		Cs-137	1,77	0,211	1,72	0,142	1,60	0,092
2	Люцерна (сіно)	Sr-90	2,53	0,060	4,21	0,056	4,44	0,048
		Cs-137	2,42	0,120	2,33	0,186	3,23	0,095
3	Коренеплоди	Sr-90	0,39	0,006	0,86	0,004	0,88	0,008
		Cs-137	0,25	0,006	0,20	0,049	0,09	0,017
4	Картопля	Sr-90	0,09	0,006	0,17	0,004	0,15	0,002
		Cs-137	0,05	0,004	0,09	0,004	0,11	0,001
5	Овочі	Sr-90	0,10	0,005	0,05	0,002	0,04	0,003
		Cs-137	0,07	0,018	0,05	0,023	0,03	0,007

k1 – коефіцієнт переходу із поливної води (Бк/кг/(Бк/кв.м))

k2 – коефіцієнт переходу із ґрунту (Бк/кг/(Бк/кв.м))

1. Томилин Ю.А., Григорьева Л.И., Хомуленко Н.В. Радиоэкологическая оценка Ингулецкой оросительной системы //Материалы международной конференции «Оросительные мелиорации – их развитие, эффективность и проблемы». – УААН. – Херсон, 1993.
2. Сердюк А.М., Сикоренко-Гусар В.В. Радиационно-экологическая оценка последствий Чернобыльской катастрофы на водохранилищах Днепровского каскада // Материалы научного семинара «Радиоэкология. Успехи и перспективы». – Севастополь, 1994.
3. Grigorieva L.I., Tomilin Y.A. Radioecological description of some irrigation systems on south of Ukraine //Materials of Scientific-Practical Conference 'System analysis in ecology'. Sevastopol, 1996.
4. Вінцукевич Н.В., Томілін Ю.А., Григор'єва Л.І. Депонування річковим мулом цезію-137, який надходить до р.Арбузинки з каналізаційними водами Південноукраїнської АЕС // Український радіологічний журнал. – 1996. – № 3.
5. Бархударов Р.М. и др. Рекомендации по расчету уровней возможного поступления радионуклидов населению с продуктами питания, полученными на поливных угодьях. – М., 1986.
6. Методические рекомендации по санитарному контролю за содержанием радиоактивных веществ в объектах внешней среды / Под ред. Марья А.Н., Зыковой А.С. – М., 1980.